

(19) 대한민국특허청(KR) (12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. ⁷ H02M 1/00		(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2003년07월 10일 10-0390797 2003년06월 27일
(21) 출원번호 (22) 출원일자 (73) 특허권자 (72) 발명자 (74) 대리인	10-2001-0014630 2001년03월 21일 엘지산전 주식회사 서울 영등포구 여의도동 20번지 박동현 서울특별시양천구신정5동910-2 박장원	(65) 공개번호 (43) 공개일자	특2002-0074688 2002년10월 04일

심사관 : 전범재

(54) 인버터의 출력 전류 측정 방법

요약

본 발명은 인버터의 출력 전류 측정 방법에 관한 것으로서, 직류측에 전류검출 수단을 사용하여 측정된 전류파형을 분석하여 유도 전동기의 유도 기전력을 알아내고 기 유도 기전력을 근거로 하여 측정하려는 시점의 전류를 구하는 인버터 출력 전류 측정 방법에 관한 것이다. 이를 위하여 본 발명은 인버터의 전류가 유도 전동기의 A상에만 투입되는 동안 A상의 유도 기전력을 도출하고, 그 A상의 유도 기전력을 사용하여 인버터의 전류가 유도 전동기의 A상과 B상에 동시에 투입되기 시작 할때 유도 전동기의 A상에 흐르는 전류를 도출하는 제1단계와, 상기 제1단계에서 도출한 A상의 전류를 사용하여 유도 전동기의 전류가 3상 평형이 되기 시작 할때 유도 전동기의 A상에 흐르는 전류를 도출하고, 그 A상의 전류를 사용하여 유도 전동기의 전류가 3상 평형이 되는 동안에 A상에 흐르는 평균치 전류를 도출하는 제2단계와, 유도 전동기의 전류가 3상 평형이 되는 동안 C상의 유도 기전력을 도출하고, 그 C상의 유도 기전력을 사용하여 유도 전동기의 전류가 3상 평형이 되는 동안에 C상에 흐르는 평균치 전류를 도출하는 제3단계와, 상기 제2단계에서 도출한 A상의 평균치 전류 및 상기 제3단계에서 도출한 C상의 평균치 전류를 사용하여 유도 전동기의 전류가 3상 평형이 되는 동안 유도 전동기의 3상 평형조건에 의해 B상에 흐르는 평균치 전류를 도출하는 제4단계로 이루어 진다.

대표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 인버터와 3상 유도 전동기의 회로도.

도 2는 3상 유도 전동기 제어신호 설명도.

*** 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 ***

- 10 : 교류 전원부
- 20 : 정류부
- 30 : 인버터
- 40 : 3상 유도 전동기
- 50 : 인버터 컨트롤러
- R : 전류 검출용 저항
- SA : 제1 스위치 블록
- SB : 제2 스위치 블록
- SC : 제3 스위치 블록
- PSA : 제4 스위치 블록
- PSB : 제5 스위치 블록
- PSC : 제6 스위치 블록
- La, Lb, Lc : 각 상의 누설 인덕턴스
- Ea, Eb, Ec : 각 상의 유도 기전력

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 인버터의 출력 전류 측정 방법에 관한 것으로, 특히 직류측에 전류검출 수단을 사용하여 측정

된 전류파형을 분석하여 유도 전동기의 역기전력을 알아내고 상기 역기전력을 근거로 하여 측정하려는 시점의 전류를 구하는 인버터 출력 전류 측정 방법에 관한것이다.

도 1은 인버터와 3상 유도 전동기의 회로도로서, 이에 도시된 바와 같이 교류 전원부(10)의 출력 전원을 입력 받아 정류하는 정류부(20)와, 상기 정류부(20)에 병렬 연결되어 정류부(20)의 전원을 입력 받아 충전하여 상기 정류부(20)의 전원을 평활하는 콘덴서(C)와, 상기 콘덴서(C)의 직류 전원을 입력 받아 교류 전원으로 변환하는 인버터(30)와, 상기 인버터(30)로 제어 신호를 출력하여 상기 인버터 출력 전원의 펄스 폭을 변조하는 인버터 컨트롤러(50)와, 상기 콘덴서(C)의 음극과 상기 인버터(30) 사이에 연결되어 인버터(30)의 출력 전류를 측정하기 위한 전류 검출용 저항(R)과, 상기 인버터(30)에서 출력 전원을 입력받아 동작하는 유도 전동기(40)로 구성된다.

또한, 상기 인버터(30)는 상기 콘덴서(C)의 방전 전류를 동시에 입력 받아 상기 인버터 컨트롤러(50)의 신호에 의해 각각 도통 제어되는 각 스위치 블록(SA, SB, SC)과, 상기 각 스위치 블록(SA, SB, SC)에 각각 직렬 연결되어 상기 인버터 컨트롤러(50)로부터 제어 신호를 입력 받아 도통 제어되는 각 스위치 블록(PSA, PSB, PSC)으로 구성 한다.

상기 유도 전동기(40)는 각 상이 역기전력을 유도하는 누설 인덕터(La, Lb, Lc)와, 상기 누설 인덕터(La, Lb, Lc)에 직렬 연결되어 인가 전압에 의해 유가된 유도 기전력(Ea, Eb, Ec)으로 구성된 A상, B상 및 C상이 Y결선되어 구성 된다.

또한, 상기 인버터(30)의 제1스위치 블록(SA)과 제4스위치 블록(PSA) 사이에 상기 유도 전동기(40)의 A상이 연결되고, 제2스위치 블록(SB)과 제5스위치 블록(PSB) 사이에 상기 유도 전동기(40)의 B상이 연결되고, 제3스위치 블록(SC)과 제6스위치 블록(PSC) 사이에 상기 유도 전동기(40)의 C상이 연결되어 유도 전동기(40)에 전원이 공급되게 구성된 것으로, 이와 같이 구성된 종래 인버터와 유도전동기 회로에서 인버터의 출력 전류 측정 방법을 도 2를 참조하여 설명 한다.

교류 전원부(10)는 정류부(20)를 거쳐 콘덴서(C)에 충전되고, 상기 콘덴서(C)에서 방전되는 직류 전류가 인버터(30)에 인가 된다. 상기 인버터(30)는 인버터 컨트롤러(50)에서 제어 신호를 입력 받아 각 스위치 블록들(SA, SB, SC, PSA, PSB, PSC)을 도통제어 시켜 상기 콘덴서(C)에서 입력 받은 직류 전원을 교류 전원으로 변환하여 유도 전동기(40)에 상기 교류 전원을 공급하게 되고, 상기 유도 전동기(40)를 통과한 전류는 다시 상기 인버터(30)를 통하여 전류 검출용 저항(R)으로 흐르게 된다.

도 2는 3상 유도 전동기 제어신호 설명도로서, 이에 도시한 바와 같이 인버터 컨트롤러는 삼각파를 제어하여 인버터(30)로 출력되는 신호를 제어하고, 상기 인버터 컨트롤러(50)에서 출력되는 신호에 의해 유도 전동기(40)에 인가 되는 전원을 제어하고, 상기 전원의 제어에 의해 유도 전동기의 속도를 제어할 수 있다.

인버터(30)에 흐르는 전류를 스위칭 상태에 따라 측정하는 방법을 다음과 같이 설명할 수 있다. 먼저, 인버터(30)의 각 스위치 블록(SA, SB, SC, PSA, PSB, PSC)에 인가되는 인버터 컨트롤러(50)의 제어신호에 의해 전류 검출용 저항(R)에 흐르는 전류(IDC)와 유도 전동기(40)의 각 상에 흐르는 전류(IA, IB, IC)의 관계식을 구하면 아래와 같다.

$$t1 \sim t2 \Rightarrow SA, SB, SC = 1, 0, 0 \Rightarrow PSA, PSB, PSC = 0, 1, 1 \Rightarrow IDC = IA$$

$$t2 \sim t3 \Rightarrow SA, SB, SC = 1, 1, 0 \Rightarrow PSA, PSB, PSC = 0, 0, 1 \Rightarrow IDC = -IC$$

$$t3 \sim t4 \Rightarrow SA, SB, SC = 1, 1, 1 \Rightarrow PSA, PSB, PSC = 0, 0, 0 \Rightarrow IDC = 0$$

$$t4 \sim t5 \Rightarrow SA, SB, SC = 1, 1, 0 \Rightarrow PSA, PSB, PSC = 0, 0, 1 \Rightarrow IDC = -IC$$

$$t5 \sim t6 \Rightarrow SA, SB, SC = 1, 0, 0 \Rightarrow PSA, PSB, PSC = 0, 1, 1 \Rightarrow IDC = IA$$

구간 $t1 \sim t2$ 사이에서 전류검출용 저항(R)을 통해 흐르는 전류(IDC)를 측정하면 이때 스위칭 상태는 SA, SB, SC = 1, 0, 0 가 되기 때문에 제1스위치 블록(SA)이 턴온, 제2 및 제3스위치 블록(SB, SC)은 턴오프 되고, PSA, PSB, PSC = 0, 1, 1 가 되어 제4스위치 블록(PSA)이 턴오프, 제5 및 제6스위치 블록(PSB, PSC)은 턴온 된다. 교류 전원부(10)의 교류전원은 정류부(20)에서 정류되어 콘덴서(C)에 충전되고, 상기 콘덴서(C)에서 방전되는 직류 전류는 제1스위치 블록(SA)을 통과하여 유도 전동기(40)의 A상을 통과하여 흐르게 된다. 상기 유도 전동기(40)의 A상을 통과한 전류는 유도 전동기의 중성점에서 동일한 양으로 B상과 C상으로 분기 하여 흐른다. 상기 유도 전동기(40)의 B상을 통과한 전류는 제5스위치 블록(PSB)을 지나 전류 검출용 저항(R)을 통과하여 정류부(20)로 흐르게 되고, 상기 유도 전동기(40)의 C상을 통과한 전류는 제6스위치 블록(PSC)을 지나 전류 검출용 저항(R)을 통과하여 정류부(R)로 흐르게 된다. 따라서, A상의 전류는 IA가 된다.

구간 $t4 \sim t5$ 사이에서 전류검출용 저항(R)을 통해 흐르는 전류(IDC)를 측정하면 이때 스위칭 상태는 SA, SB, SC = 1, 1, 0 가 되기 때문에 제1 및 제2스위치 블록(SA, SB)이 턴온, 제3스위치 블록(SC)은 턴오프 되고, PSA, PSB, PSC = 0, 0, 1 가 되어 제4 및 제5스위치 블록(PSA, PSB)이 턴오프, 제6스위치 블록(PSC)이 턴온된다. 교류 전원부(10)의 교류전원은 정류부(20)에서 정류되어 콘덴서(C)에 충전되고, 상기 콘덴서(C)에서 방전되는 직류 전류는 제1 및 제2스위치 블록(SA, SB)을 통과하여 각각 유도 전동기(40)의 A상 및 B상을 통과하여 흐르게 된다. 상기 유도 전동기(40)의 A상 및 B상을 통과한 전류는 유도 전동기의 중성점을 지나 C상으로 흐른다. 상기 유도 전동기(40)의 C상을 통과한 전류는 제6스위치 블록(PSC)을 지나 전류 검출용 저항(R)을 통과하여 정류부(20)로 흐르게 된다. 따라서, C상의 전류는 -IC가 된다.

따라서, 상기와 같이 펄스 폭 변조의 한 주기 동안 인버터의 스위치 블록에서 두 개의 스위칭 상태에서 두 개의 전류검출용 저항을 통해 흐르는 전류를 측정하고 3상 유도 전동기의 3상 평형의 조건($IA+IB+IC=0$)에의해 나머지 한 상의 전류 값을 계산함으로써 3상의 전류 값을 모두 알 수 있다.

발명이 이루고자하는 기술적 과제

그러나, 상기와 같은 종래의 기술에 있어서, 펄스 폭 변조 인버터의 경우 유도 전동기에 흐르는 전류는 정현파 전류를 중심으로 상승 또는 하강의 기울기를 갖는 리플 전류 부분이 존재하여 종래의 측정 방법으로 측정하면 실제 상전류의 정현파 전류 이상 또는 이하의 전류값을 측정하는 문제점이 있다. 또한, 펄스 폭 변조를 위해 인버터 컨트롤러에서 삼각파의 주파수를 가변하여 사용함으로 삼각파의 주파수가 감소하면 유도 전동기에 흐르는 상전류의 리플 전류 부분이 증가하여 상전류의 측정오차가 더욱 증가하는 문제점이 있다.

따라서, 상기와 같은 문제점을 감안하여 창안한 본 발명은, 직류측에 전류검출 수단을 사용하여 측정된 전류파형을 분석하여 유도 전동기의 유도 기전력을 알아내고 그 유도 기전력을 근거로 하여 측정하려는 시점의 전류를 구하는 인버터 출력 전류 측정 방법을 제공함에 그 목적이 있다.

발명의 구성 및 작용

상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 종래의 장치와 동일한 구성 및 동작에서 본 발명 인버터의 출력 전류 측정 방법을 도출한 것으로서 인버터의 전류가 유도 전동기의 A상에만 투입되는 동안 A상의 유도 기전력을 도출하는 제1단계와, 상기 제1단계에서 도출한 A상의 유도 기전력을 사용하여 인버터의 전류가 유도 전동기의 A상과 B상에 동시에 투입되기 시작 할때 유도 전동기의 A상에 흐르는 전류를 도출하는 제2단계와, 상기 제2단계에서 도출한 A상의 전류를 사용하여 유도 전동기의 전류가 3상 평형이 되기 시작 할때 유도 전동기의 A상에 흐르는 전류를 도출하는 제3단계와, 상기 제3단계에서 도출한 A상의 전류를 사용하여 유도 전동기의 전류가 3상 평형이 되는 동안에 A상에 흐르는 평균치 전류를 도출하는 제4단계와, 유도 전동기의 전류가 3상 평형이 되는 동안 C상의 유도 기전력을 도출하는 제5단계와, 상기 제5단계에서 도출한 C상의 유도 기전력을 사용하여 유도 전동기의 전류가 3상 평형이 되는 동안에 C상에 흐르는 평균치 전류를 도출하는 제6단계와, 상기 제4단계에서 도출한 A상의 평균치 전류 및 상기 제5단계에서 도출한 C상의 평균치 전류를 사용하여 유도 전동기의 전류가 3상 평형이 되는 동안 유도 전동기의 3상 평형조건에 의해 B상에 흐르는 평균치 전류를 도출하는 제7단계로 구성 하는 것을 특징으로 한다.

이하, 본 발명에 의한 인버터의 출력 전류 측정 방법을 첨부한 도 1 및 도 2를 참조하여 설명한다.

도 1은 인버터와 유도전동기의 회로도이고, 도 2는 인버터 컨트롤러의 제어신호 설명도로서, 이에 도시한 바와 같이 종래의 장치와 동일하게 구성된 장치에서 본 발명 인버터의 출력 전류 측정 방법을 설명한다.

3상 유도 전동기(40)의 유도 기전력(Ea, Eb, Ec)을 알아내고 그 유도 기전력(Ea, Eb, Ec)을 근거로 하여 측정하려는 시점의 전류(IDC)를 계산하기 위해서는 먼저, 3상 유도 전동기(40)에서 각 상에 유도되는 유도 기전력(Ea, Eb, Ec)을 알기 위해 아래와 같은 수학적식을 사용 한다.

$$E = \frac{n}{3} V_{dc} - L_{ik} \frac{di}{dt}$$

또한, 상기 수학적식에서 도출한 유도 기전력(Ea, Eb, Ec)을 사용하여 3상 유도 전동기에서 특정 시간에 전류 검출용 저항에 흐르는 전류(IDC)를 알기 위해 아래의 수학적식을 사용하여 한다.

$$i(t) = \frac{\frac{n}{3} V_{dc} - E}{L_{ik}} \Delta t$$

상기 수학적식(1)과 수학적식(2)에서 E는 유도 전동기(40)의 각 상에 유도되는 유도 기전력(Ea, Eb, Ec), Vdc는 콘덴서(C) 전압이고, nVdc/3는 상의 인가전압으로서 샘플링 측정을 통해 구할 수 있으며, Lik는 각상의 누설인덕턴스(La, Lb, Lc)로서 유도 전동기(40) 등가 모델에서 유도전동기(40)에 전압 및 전류를 인가하여 측정 할 수 있다. di/dt는 전류의 기울기로서 샘플링 측정을 통해 구할 수 있으며, i(t)는 특정시간에 전류 검출용 저항에 흐르는 전류이다. Δt는 스위칭 벡터시간이며 n = 2, 1, 0, -1, -2 이다.

구간 t3 ~ t4 동안에 유도 전동기(40)의 각 상에 흐르는 평균치 전류(ia, ib, ic)를 계산하는 방법을 아래와 같이 설명 한다.

첫째, 구간 t3 ~ t4 동안에 A상에 흐르는 평균치 전류(ia)를 아래와 같이 계산한다. 먼저, 구간 t1 ~ t2 사이에서 전류 검출용 저항(R)을 통해 흐르는 전류(IDC)를 측정하면 이때 스위칭 상태는 SA, SB, SC = 1, 0, 0 이기 때문에 제1스위치 블록(SA)이 턴온, 제2 및 제3스위치 블록(SB, SC)은 턴오프되고, PSA, PSB, PSC = 0, 1, 1 이기 때문에 제4스위치 블록(PSA)은 턴오프, 제5 및 제6스위치 블록(PSB, PSC)은 턴온되어 전류검출용 저항(R)을 통해 흐르는 전류(IDC)는 유도전동기(40)의 A상에 흐르는 전류(IA)가 된다. 상기 유도전동기(40)의 A상 양단간에 걸리는 인가전압은 2Vdc/3이고 A상의 전류(IA)는 일정 기울기로 증가한다. 구간 t1 ~ t2 동안 다수의 샘플링 측정을 통해 상기 A상의 전류의 기울기(di/dt) 및 t1 에서 전류 검출용 저항에 흐르는 전류(i(t1))를 알 수 있다. t1 ~ t2 구간 사이에 A상에 유도된 유도 기전력(Ea)은 아래의 수학적식(3)을 사용하여 계산 할 수 있다.

$$E_a = \frac{2}{3} V_{dc} - L_{ik} \frac{di}{dt}$$

상기 수학식(3)을 사용하여 도출한 A상의 유도 기전력(E_a)을 사용하여 t_2 때에 전류 검출용 저항(I_{DC})에 흐르는 전류($i(t_2)$)를 아래의 수학식(4)을 사용하여 계산 할 수 있으며, 그 계산 값은 t_2 때에 A상에 흐르는 전류($i(t_2)$)가 된다.

$$i(t_2) = i(t_1) + \frac{\frac{2}{3} V_{dc} - E_a}{L_a} (t_2 - t_1)$$

구간 $t_2 \sim t_3$ 동안의 A상의 유도 기전력(E_a)은 이 구간동안에 변화율이 적어 상기 $t_1 \sim t_2$ 사이에서 구한 유도 기전력(E_a)과 같고, A상 양단에 걸리는 인가전압이 $V_{dc}/3$ 가 되어 t_3 에서 A상 전류 $i(t_3)$ 를 아래의 수학식(5)를 사용하여 구할 수 있다.

$$i(t_3) = i(t_2) + \frac{\frac{1}{3} V_{dc} - E_a}{L_a} (t_3 - t_2)$$

상기 수학식(5)에서 도출한 t_3 때에 A상에 흐르는 전류($i(t_3)$)를 사용하여 구간 $t_3 \sim t_4$ 동안의 평균전류(i_a)를 아래와 같이 구할 수 있다.

구간 $t_3 \sim t_4$ 동안에는 스위칭 상태가 영전압벡터($S_a, S_b, S_c = 1, 1, 1$)가 되어 A상 전류는 A상 유도기전력(E_a)에 대한 누설인덕턴스(L_a)의 기울기(E_a/L_a)로 감소하게 된다. 또한, 구간 $t_3 \sim t_4$ 의 중간 지점에서의 전류값은 삼각파 상에서 A상 전류의 평균치 전류(i_a)가 되므로 그 값은 아래의 수학식(6)을 사용하여 구할 수 있다.

$$i_a = i(t_3) - \frac{E_a}{L_a} \frac{t_4 - t_3}{2}$$

둘째, 구간 $t_3 \sim t_4$ 동안에 C상에 흐르는 평균치 전류(i_c)를 아래와 같이 계산 한다. 먼저, 구간 $t_4 \sim t_5$ 동안에는 스위칭 상태가 $S_a, S_b, S_c = 1, 1, 0$ 이므로 전류 검출용 저항(R)에 흐르는 전류는 C상에 반대 방향으로 흐르는 전류($-I_C$)가 된다. 이때의 측정된 C상의 전류는 C상 양단간에 걸리는 전압이 $-1/3 V_{dc}$ 이므로 일정 기울기로 감소 한다. 구간 $t_4 \sim t_5$ 동안 다수의 샘플링 측정을 통해 C상의 전류기울기(di/dt)와 t_4 때에 전류 검출용 저항(R)에 흐르는 전류($i(t_4)$)를 도출할 수 있다. 구간 $t_3 \sim t_4$ 동안에 유도된 유도 기전력은 변화율이 적기 때문에 구간 $t_4 \sim t_5$ 동안 C상에 발생된 유도 기전력(E_c)과 동일하다고 생각 할 수 있다. 따라서, 구간 $t_4 \sim t_5$ 동안 C상에 발생된 유도 기전력(E_c)을 아래의 수학식(7)을 사용하여 계산함으로써 구간 $t_3 \sim t_4$ 동안 C상에 유도된 유도 기전력(E_c)을 도출 할 수 있다.

$$E_c = -\frac{V_{dc}}{3} - L_c \frac{di}{dt}$$

구간 $t_3 \sim t_4$ 동안에는 스위칭 상태가 영전압벡터($S_a, S_b, S_c = 1, 1, 1$)가 되어 C상 전류는 C상 유도기전력에 대한 누설인덕턴스(E_c/L_c)의 기울기로 증가하게 된다. 또한, 구간 $t_3 \sim t_4$ 의 중간 지점에서의 전류값은 삼각파 상에서 C상 전류의 평균치 전류(i_c)가 되므로 그 값은 아래의 수학식(8)을 사용하여 계산 할 수 있다.

$$i_c = i(t_4) - \frac{E_c}{L_c} \frac{t_4 - t_3}{2}$$

셋째, 구간 $t_3 \sim t_4$ 동안 B상의 평균치 전류(i_b)를 아래와 같이 계산 한다. 3상의 평형조건에서 3상의 전류의 합은 영이 되므로 B상의 평균치전류(i_b)는 아래의 수학식(9)를 사용하여 도출 할 수 있다.

$$i_b = -(i_a + i_c)$$

발명의 효과

이상에서 상세히 설명한 바와 같이 본 발명은 인버터의 직류측에 전류검출 수단을 사용하여 측정된 전류 파형을 분석하여 유도 전동기의 역기전력을 알아내고 상기 역기전력을 근거로 하여 측정하려는 시점의 전류를 구할 수 있기 때문에 삼각파 변화에 따른 상 전류 리플의 변화에 대해 정현파의 전류값을 검출하는데 측정오차를 줄이는 효과가 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

인버터의 전류가 유도 전동기의 A상에만 투입되는 동안 A상의 유도 기전력을 도출하는 제1단계와, 상기 제1단계에서 도출한 A상의 유도 기전력을 사용하여 인버터의 전류가 유도 전동기의 A상과 B상에 동시에 투입되기 시작 할때 유도 전동기의 A상에 흐르는 전류를 도출하는 제2단계와, 상기 제2단계에서 도출한 A상의 전류를 사용하여 유도 전동기의 전류가 3상 평형이 되기 시작 할때 유도 전동기의 A상에 흐르는

전류를 도출하는 제3단계와, 상기 제3단계에서 도출한 A상의 전류를 사용하여 유도 전동기의 전류가 3상 평형이 되는 동안에 A상에 흐르는 평균치 전류를 도출하는 제4단계와, 유도 전동기의 전류가 3상 평형이 되는 동안 C상의 유도 기전력을 도출하는 제5단계와, 상기 제5단계에서 도출한 C상의 유도 기전력을 사용하여 유도 전동기의 전류가 3상 평형이 되는 동안에 C상에 흐르는 평균치 전류를 도출하는 제6단계와, 상기 제4단계에서 도출한 A상의 평균치 전류 및 상기 제5단계에서 도출한 C상의 평균치 전류를 사용하여 유도 전동기의 전류가 3상 평형이 되는 동안 유도 전동기의 3상 평형조건에 의해 B상에 흐르는 평균치 전류를 도출하는 제7단계로 구성하는 것을 특징으로 하는 인버터의 출력 전류 측정 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 제1단계의 A상의 유도 기전력을 도출하기 위해 아래의 수학적식을 사용하는 것을 특징으로 하는 인버터의 출력 전류 측정 방법.

(수학적식)

$$E_a = \frac{2}{3} V_{dc} - L_a \frac{di}{dt}$$

상기 수학적식에서 E_a 는 A상의 유도 기전력, V_{dc} 는 콘덴서 전압, L_a 는 A상의 누설 인덕터스, di/dt 는 전류의 기울기.

청구항 3

제1항에 있어서, 제2단계의 A상에 흐르는 전류를 도출하기 위해 아래의 수학적식을 사용하는 것을 특징으로 하는 인버터의 출력 전류 측정 방법.

(수학적식)

$$i(t_2) = i(t_1) + \frac{\frac{2}{3} V_{dc} - E_a}{L_a} (t_2 - t_1)$$

상기 수학적식에서 t_1 은 유도 전동기의 A상에만 전류가 투입되기 시작하는 시간, t_2 는 유도전동기의 A상과 B상에 동시에 전류가 투입되기 시작하는 시간, E_a 는 유도 전동기의 A상에만 전류가 투입되는 동안 A상에 유도된 유도 기전력, V_{dc} 는 콘덴서 전압, L_a 는 A상의 누설 인덕터스, $i(t_1)$ 은 t_1 때에 유도 전동기의 A상에 흐르는 전류, $i(t_2)$ 는 t_2 때에 유도 전동기의 A상에 흐르는 전류.

청구항 4

제1항에 있어서, 제3단계의 A상에 흐르는 전류를 도출하기 위해 아래의 수학적식을 사용하는 것을 특징으로 하는 인버터의 출력 전류 측정 방법.

(수학적식)

$$i(t_3) = i(t_2) + \frac{\frac{1}{3} V_{dc} - E_a}{L_a} (t_3 - t_2)$$

상기 수학적식에서 t_2 는 유도 전동기의 A상과 B상에 동시에 전류가 투입되기 시작하는 시간, t_3 는 유도 전동기의 3상의 전류가 평형이 되기 시작하는 시간, V_{dc} 는 콘덴서 전압, L_a 는 A상의 누설 인덕터스, E_a 는 $t_2 \sim t_3$ 동안 유도 전동기의 A상에 유도된 유도기전력으로서 $t_2 \sim t_3$ 동안 변화율이 작기 때문에 A상에만 전류가 투입되는 동안의 유도 기전력과 동일, $i(t_2)$ 는 t_2 때에 유도 전동기의 A상에 흐르는 전류, $i(t_3)$ 는 t_3 때에 유도 전동기의 A상에 흐르는 전류.

청구항 5

제1항에 있어서, 제4단계의 A상에 흐르는 평균치 전류를 도출하기 위해 아래의 수학적식을 사용하는 것을 특징으로 하는 인버터의 출력 전류 측정 방법.

(수학적식)

$$i_a = i(t_3) - \frac{E_a}{L_a} \frac{t_4 - t_3}{2}$$

상기 수학적식에서 t_3 는 유도 전동기의 3상의 전류가 평형이 되기 시작하는 시간, t_4 는 유도 전동기에서 A상과 B상에 동시에 전류가 투입되기 시작하는 시간, L_a 는 A상의 누설 인덕터스, E_a 는 $t_3 \sim t_4$ 동안 유도 전동기의 A상에 유도된 유도 기전력으로서 유도 $t_3 \sim t_4$ 동안에 변화율이 작기 때문에 유도 전동기의 A상과 B상에 전류가 동시에 투입되는 동안의 유도 기전력과 동일, $i(t_3)$ 는 유도 전동기의 3상의 전류가 평형이 되기 시작하는 시간에 유도 전동기의 A상에 흐르는 전류, i_a 는 $t_3 \sim t_4$ 동안 유도 전동기의 A상에 흐르는 평균치 전류.

청구항 6

제1항에 있어서, 제5단계의 C상의 유도 기전력을 도출하기 위해 아래의 수학적식을 사용하는 것을 특징으로 하는 인버터의 출력 전류 측정 방법.

(수학식)

$$E_c = -\frac{1}{3} V_{dc} - L_c \frac{di}{dt}$$

상기 수학식에서 V_{dc} 는 콘덴서 전압, L_c 는 C상의 누설 인덕턴스, di/dt 는 유도 전동기의 A상과 B상에 동시에 전류가 투입되는 동안의 시간에 대한 C상의 전류의 변화율, E_c 는 유도 전동기의 A상과 B상에 동시에 전류가 투입되는 동안에 유도전동기의 C상에 유도된 유도 기전력으로서 유도 전동기의 A상과 B상에 동시에 전류가 투입되는 동안 C상에 유도된 유도 기전력은 변화율이 적기 때문에 유도 전동기의 3상의 전류가 평형이 되는 동안 C상에 유도된 유도 기전력과 동일.

청구항 7

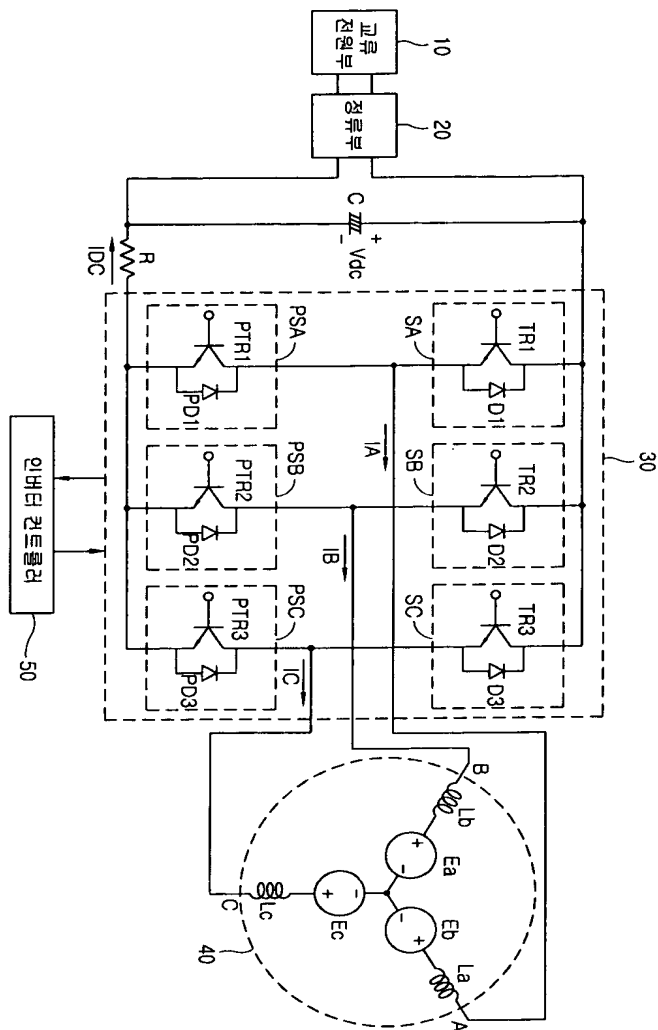
제1항에 있어서, 제6단계의 C상에 흐르는 평균치 전류를 도출하기 위해 아래의 수학식을 사용하는 것을 특징으로 하는 인버터의 출력 전류 측정 방법.

(수학식)

$$i_c = i(t_4) - \frac{E_c}{L_c} \frac{t_4 - t_3}{2}$$

상기 수학식에서 t_3 는 유도 전동기의 전류가 3상 평형이 되기 시작하는 시간, t_4 는 유도 전동기의 A상과 B상에 동시에 전류가 투입되기 시작하는 시간, E_c 는 유도 전동기의 전류가 3상 평형이 되는 동안 유도 전동기의 C상에 유도된 유도 기전력, L_c 는 C상의 누설 인덕턴스, $i(t_4)$ 는 유도 전동기의 A상과 B상에 동시에 전류가 투입되기 시작하는 시간에 C상에 흐르는 전류, i_c 는 $t_3 \sim t_4$ 동안 유도 전동기의 C상에 흐르는 평균치 전류.

도면



도면2

